

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-299659

(43)Date of publication of application : 10.11.1998

(51)Int.Cl.

F04B 43/04

F04B 9/00

F04B 43/02

(21)Application number : 09-072270

(71)Applicant : SEIKO INSTR INC

(22)Date of filing : 25.03.1997

(72)Inventor : FURUTA KAZUYOSHI  
SHINOHARA JUN

(30)Priority

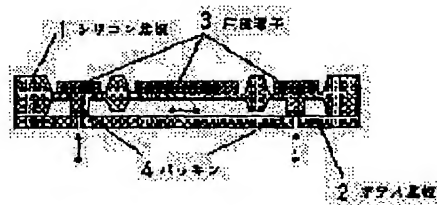
Priority number : 09 35315 Priority date : 19.02.1997 Priority country : JP

## (54) MICRO-PUMP, AND MANUFACTURE OF MICRO-PUMP

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To finish a connection process at once by forming valve and pump part diaphragms on the same surface of a silicon substrate, and connecting the surface with a glass substrate to form a closed space inside a micro-pump.

**SOLUTION:** Two valve diaphragms and one pump diaphragm are formed on a silicon substrate 1 by etching. Piezoelectric elements 3 are applied to the diaphragms to compose a uni-morphe type actuator. The silicon substrate 1 is connected to a glass substrate 2 formed with a through-hole used as a flow passage, and a packing 4 formed of polyimide is compressed against the glass substrate 2 due to rigidity of the valve part diaphragms. A constant closed state of the valve is thus attained. A thin film check valve made of polyimide may be attached to a discharge port.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3202643

[Date of registration] 22.06.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 10 - 299659

(43)公開日 平成10年(1998)11月10日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

F 0 4 B 43/04  
9/00  
43/02

F 0 4 B 43/04 B  
9/00 B  
43/02 D

審査請求

有

請求項の数 10

O L

(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平9-72270

(22)出願日 平成9年(1997)3月25日

(31)優先権主張番号 特願平9-35315

(32)優先日 平9(1997)2月19日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002325

セイコーインスツルメンツ株式会社  
千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

(72)発明者 古田 一吉

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイ  
コー電子工業株式会社内

(72)発明者 篠原 潤

千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 セイ  
コー電子工業株式会社内

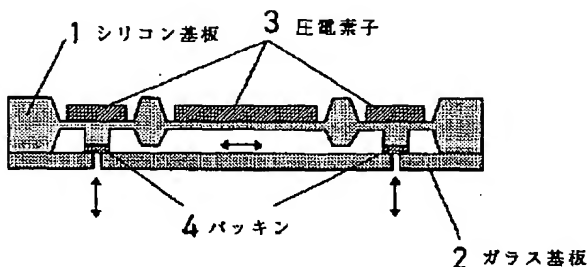
(74)代理人 弁理士 林 敬之助

(54)【発明の名称】 マイクロポンプおよびマイクロポンプの製造方法

(57)【要約】

【課題】 シリコン基板上にマイクロマシニング技術を用いて、双方向送液が可能でかつ耐背圧性の高い能動的バルブを有し、圧電素子とシリコンダイアフラムのユニモルフ構造によって薄型化を可能とし、かつ薄膜逆止弁を有することによって吐出効率を向上させることも可能なマイクロポンプの実現を図ることにある。

【解決手段】 シリコン基板上に形成されたダイアフラムの剛性によってバック金をガラス基板に押しつけ耐圧性を有するバルブを実現し、圧電素子とダイアフラムのユニモルフ構造によってバルブの能動的な開閉を実現する。そして同じく圧電素子とダイアフラムのユニモルフ構造によってポンピング動作をおこなうことによって、任意の方向への送液を可能とする。また吐出口にアルミニウム犠牲層とポリイミドによる薄膜逆止弁を取り付けることによって吐出効率を向上させることも可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体プロセスによってシリコン基板上につくられた中央部に突起を有し弁の開閉をおこなう吐出側、吸入側の二つのバルブ部ダイアフラムと、同じくシリコン基板上につくられた流体を押し出す働きをする一つのポンプ部ダイアフラムと、流体が通過する貫通穴を有しシリコン基板に接合されるガラス基板と、三つのダイアフラムを能動的に駆動するアクチュエータから構成されることを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 2】 半導体プロセスによってシリコン基板上につくられたダイアフラムとダイアフラムに取り付けられた圧電素子から構成されるユニモルフ構造のアクチュエータを実現し、このアクチュエータを有することを特徴とした請求項 1 記載のマイクロポンプ。

【請求項 3】 シリコン基板と接合をおこなうガラス基板と、中央部に突起を有したバルブ部ダイアフラムと、この中央突起部分に形成されるバックキンにより、ガラス接合時にダイアフラムの剛性により予圧が与えられるようなバルブを実現し、このバルブを有することを特徴とした請求項 1 記載のマイクロポンプ。

【請求項 4】 半導体プロセスによってシリコン基板上につくられた中央部に突起を有し弁の開閉をおこなう吸入側の一つのバルブ部ダイアフラムと、同じくシリコン基板上につくられた流体を押し出す働きをする一つのポンプ部ダイアフラムと、流体が通過する貫通穴を有しシリコン基板に接合されるガラス基板と、吐出側の貫通穴を覆う一方のみに流れの生じる逆止弁と、二つのダイアフラムを能動的に駆動するアクチュエータから構成されることを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 5】 半導体プロセスによってシリコン基板上につくられたダイアフラムとダイアフラムに取り付けられた圧電素子から構成されるユニモルフ構造のアクチュエータを実現し、このアクチュエータを有することを特徴とした請求項 4 記載のマイクロポンプ

【請求項 6】 シリコン基板と接合をおこなうガラス基板と、中央部に突起を有したバルブ部ダイアフラムと、この中央突起部分に形成されるバックキンにより、ガラス接合時にダイアフラムの剛性により予圧が与えられるようなバルブを実現し、このバルブを有することを特徴とした請求項 4 記載のマイクロポンプ。

【請求項 7】 半導体プロセスによってシリコン基板上につくられた中央部に突起を有し弁の開閉をおこなう吸入側、吸入側の二つのバルブ部ダイアフラムと、同じくシリコン基板上につくられた流体を押し出す働きをする一つのポンプ部ダイアフラムと、流体が通過する貫通穴を有しシリコン基板に接合されるガラス基板と、吐出側の貫通穴を覆う一方のみに流れの生じる逆止弁と、3つのダイアフラムを能動的に駆動するアクチュエータから構成されることを特徴とするマイクロポンプ。

【請求項 8】 半導体プロセスによってシリコン基板上

につくられたダイアフラムとダイアフラムに取り付けられた圧電素子から構成されるユニモルフ構造のアクチュエータを実現し、このアクチュエータを有することを特徴とした請求項 7 記載のマイクロポンプ

【請求項 9】 シリコン基板と接合をおこなうガラス基板と、中央部に突起を有したバルブ部ダイアフラムと、この中央突起部分に形成されるバックキンにより、ガラス接合時にダイアフラムの剛性により予圧が与えられるようなバルブを実現し、このバルブを有することを特徴とした請求項 7 記載のマイクロポンプ。

【請求項 10】 エッチングによってシリコン基板にポンプ部ダイアフラムとバルブ部ダイアフラムを形成する工程と、貫通穴の存在しているガラス平面に対して犠牲層となる金属薄膜を全面に接合する工程と、犠牲層を任意の形状にパターニングし、犠牲層を部分的に覆うようにシール部を生成することにより犠牲層とシール部の 2 層構造を実現する工程と、犠牲層を除去することによって逆止弁を形成する工程と、逆止弁を有したガラス基板をダイアフラムを有するシリコン基板と接合する工程と、各ダイアフラムに圧電素子を取り付けることによってユニモルフアクチュエータを実現する工程からなる、マイクロポンプの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は微量な液体の高精度な送液と同時に装置自体の小型化が不可欠である医療分野や分析分野におけるマイクロポンプおよびマイクロバルブの構造および製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の医療分野、分析分野等で用いられるマイクロポンプとして、例えば特開平 5-164052 号広報に記載される考案の場合、図 2 に示すようにケーシング 20 の内部に、端面に液体吸引吐出部材 21 が接着されている固定された積層型圧電アクチュエータと端面に弁 23 が接着されている二つの積層型圧電アクチュエータ 22 から構成されており、3つのアクチュエータの駆動によって流路管口 24 とポンプ室 25 を介して送液を実現する構造となっている。

【0003】また、特開平 5-1669 号広報にマイクロポンプの構造が開示されている。この発明は図 3 に示すようにシリコン基板 31 上の酸化膜の犠牲層上に金属またはポリシリコンの薄膜 32 を形成し、さらにエッチングによって犠牲層を除去することにより金属またはポリシリコンのマイクロバルブを構成し、ガラス 33 上に設けた圧電素子 34 によりポンプを構成することを特徴としている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の 2 つの逆止弁を有するマイクロポンプにおいては、図 3 に示すようにバルブ部にアクチュエータが取り付けられていないため

に、主に受動的な逆止弁としか働かないために逆流を防ぐ働きはするものの、バルブに高い背圧が働いた場合、その圧力に耐えきれずに流れが生じてしまう可能性があり、またその構造上、常に一方向の送液しか実現することができないという問題点を有していた。

【0005】また二つの受動的な逆止弁を実現する場合、シリコン基板を2枚のガラス基板等で挟み込んだ形で接合一体化する必要がある場合もあり、工程数が多くなるという問題点があった。また図2のように積層型圧電素子をアクチュエータとして能動的なバルブを製作した例もあるが、積層型圧電素子がある程度の厚みを有しているために小型化が不可能であった。そこで本発明は、薄型化が可能な、圧電素子とシリコンダイアフラムのユニモルフ構造によって駆動をおこなう能動的なバルブを二つ用いることにより、外圧の変化によらず常に一定の吐出を実現でき、かつ双方向への送液が可能であり、一枚のシリコン基板と一枚のガラス基板の一回の接合によって製作が可能であるマイクロポンプおよびマイクロバルブの実現を目的とする。また本発明ではすでに流路口が存在している平面に対して新たに逆止弁を製造する方法を提供し、上記のマイクロポンプに応用することによってさらに吐出効率の高いマイクロポンプを実現することを目的とする。

#### 【0006】

【課題を解決する手段】本発明ではマイクロマシニング技術によって製作されたダイアフラムに対して、駆動源としてユニモルフアクチュエータを用いることによって薄型化を可能とし、シリコン基板の同一平面にバルブ部ダイアフラムとポンプ部ダイアフラムを形成し、その面をガラス基板と接合することによってマイクロポンプ内部の閉じた空間を形成しているため、接合の工程数を一度で済ませることが可能となった。

【0007】また二つのバルブ部と一つのポンプ部をユニモルフアクチュエータにより能動的に動作させることによって双方向の送液を可能とし、パッキンの部分を接合面よりも突出した構造とすることによってバルブ部ダイアフラムの剛性によってバルブに予圧を与え、通常時においてバルブが閉の状態となるようにし、耐背圧性が高くなる構造とした。

【0008】さらに吐出口の存在している平面に対し、犠牲層となる金属薄膜を全面に対して接合し、この吐出口を完全に塞いだ状態の犠牲層を任意の形状にパターニングすることによって犠牲層の不要な部分を取り除き、このパターニングされた犠牲層を部分的に覆うようにシール部を生成することによって犠牲層とシール部の2層構造を実現し、さらにこの後に犠牲層を除去することによって逆止弁を形成し、マイクロポンプの性能改善をおこなった。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】本発明におけるマイクロポンプの

構造を図1に示す。二つのバルブダイアフラムと一つのポンプダイアフラムはシリコン基板1にエッチングによって形成され、各ダイアフラムに圧電素子3を貼り付けることによってユニモルフ式のアクチュエータを構成している。シリコン基板1は流路として用いられる貫通穴の形成されたガラス基板2と接合されており、バルブ部ダイアフラムの剛性により、ポリイミドによって形成されたパッキン4が貫通穴の存在するガラス基板2に押し付けられ、通常時においてバルブが閉の状態を実現することができる(図5)。また図6に示すように、吐出口部にポリイミドによって構成される薄膜逆止弁9を取りつけることも可能である。以下にこの発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0010】(実施例1)まず図4(a)のようなシリコン基板1に対して、図4(b)のように熱酸化によって0.3 $\mu$ mの酸化膜5を形成する。これに対して片方の面にレジストを塗布、パターニング後にレジストをマスクとして図4(c)のようにバッファフッ酸によるウェットエッチングをおこない、酸化膜5の一部を除去する。次にレジストを全面的に剥離した後に、残された熱酸化膜をマスクとし図4(d)のようにTMAHによってシリコン基板1のウェットエッチングをおこない、その後図4(e)のように酸化膜5をバッファフッ酸によって全面剥離する。このエッチングされた酸化膜のパターンがマイクロポンプの各ダイアフラムおよび流路の形状となるが、バルブ部ダイアフラムには接合面と同じ高さの弁座をエッチングせずに残しておく。

【0011】次に図4(f)のように再び熱酸化によって全面に厚さ3 $\mu$ mの酸化膜5を形成し、裏面にレジスト塗布をおこない、両面アライナを用いてバルブ部およびポンプ部のダイアフラムが表面と同じ位置になるように、裏面に対してパターニングをおこなう。このレジストをマスクとしてバッファフッ酸によって酸化膜5のエッチングをおこない(図4(g))、レジストの全面剥離後、図4(h)に示すように水酸化カリウム溶液によってシリコン基板1のエッチングをおこなう。エッチング終了後に図4(i)のように酸化膜5をバッファフッ酸によって全面的に剥離するが、この水酸化カリウム水溶液によるエッチング深さを調節することによって各ダイアフラムの厚みを任意に決定することが可能となる。続いてこのようにシリコン基板1に形成されたバルブ部ダイアフラムの弁座に対し、ポリイミドによるパッキン4の形成をおこなう。シリコン基板1の表面にポリイミドを全面塗布した後にパターニングをおこない、バルブ部ダイアフラムの弁座部にポリイミドによるパッキン4を形成する(図4(j))。このようにしてバルブのパッキン部がシリコン接合面より突出した構造が実現されることになる。

【0012】次にこのシリコン基板1に対するガラス基板2の接合をおこなうが、ガラス基板には予めエキシマ

レーザによって直径600 $\mu$ mの貫通穴が形成されており、その位置はシリコン基板1の各パッキンと一致している。このガラス基板2をパッキン4と貫通穴の位置が一致するようにし、450°C、500Vの陽極接合によって接合を実現する(図4(k))。この時シリコン基板1において図5に示すように、接合面よりもパッキン4が突出しているために、接合によってバルブ部ダイアフラムが変形し、パッキンがガラス基板に押しつけられることによって各バルブは通常状態で閉の状態を保つことになる。この剛性の値はパッキン4のポリイミドの厚み、またはバルブ部ダイアフラムの厚みによって任意に設定することが可能であり、外圧に対するバルブの強さを自由に調整することが可能となる。

【0013】最後に図4(l)に示すように、圧電素子3を裏面からバルブ部ダイアフラムとポンプ部ダイアフラムに貼り付ける。この圧電素子3に電圧を加え素子を伸長収縮させることにより、ユニモルフ構造によって各ダイアフラムの上下動作を実現する。バルブ部はすでに述べたように、通常状態で閉の状態となっているが、バルブ部ダイアフラムを図面で上方向に動かすことによってバルブの開状態が実現される。またポンプ部はポンプ部ダイアフラムを図面で上方向に動かすことによって液体の吸引を、図面で下方向に動かすことによって吐出を実現することができ、ポンプ部分とバルブ部分の駆動タイミングを制御することによって、任意の方向への送液が可能となる。

【0014】このようなマイクロポンプは、シリコンダイアフラムと圧電素子のユニモルフ構造を用いているために、非常に薄く製作することが可能である。同時に能動的なバルブ構造であるために背圧に対して強い構造を有し、双方向への送液が可能となる。またシリコン基板とガラス基板の単純な2層構造で成り立っているため、工程が少なく同時に精度の高い加工が可能である。

【0015】(実施例2) まず図8(a1)のようなシリコン基板1に対して、図8(b1)のように熱酸化によって0.3 $\mu$ mの酸化膜5を形成する。これに対して片方の面にレジストを塗布、パターニング後、レジストをマスクとして図8(c1)のようにバッファーフッ酸によるウェットエッチングをおこない、酸化膜5の一部を除去する。次にレジストを全面的に剥離した後に、残された熱酸化膜をマスクとし図8(d1)のようにTMAHによってシリコン基板1のウェットエッチングをおこない、その後、図8(e1)のように酸化膜5をバッファーフッ酸によって全面剥離する。このエッチングされた酸化膜のパターンがマイクロポンプの各ダイアフラムおよび流路の形状となるが、吸入側バルブ部ダイアフラムには接合面と同じ高さの弁座をエッチングせずに残しておく。また吐出側バルブには圧電素子を取り付けず、逆止弁を利用するため、アクチュエータのためのダイアフラムを形成する必要はない。

【0016】次に、図8(f1)のように再び熱酸化によって全面に厚さ3 $\mu$ mの酸化膜5を形成し、裏面にレジスト塗布をおこない、両面アライナを用いてバルブ部およびポンプ部ダイアフラムが表面と同じ位置になるように、裏面に対してパターニングをおこなう。このレジストをマスクとしてバッファーフッ酸によって酸化膜5のエッチングをおこない(図8(g1))、レジストの全面剥離後、図8(h1)に示すように水酸化カリウム溶液によってシリコン基板1のエッチングをおこなう。エッチング終了後に図8(i1)のように酸化膜5をバッファーフッ酸によって全面的に剥離するが、この水酸化カリウム水溶液によるエッチング深さを調節することによって各ダイアフラムの厚みを任意に決定することが可能となる。続いてこのようにシリコン基板1に形成されたバルブ部ダイアフラムの弁座に対し、ポリイミドによるパッキン4の形成をおこなう。シリコン基板1の表面にポリイミドを全面塗布した後にパターニングをおこない、バルブ部ダイアフラムの弁座部にポリイミドによるパッキン4を形成する(図8(j1))。このようにしてバルブのパッキン部がシリコン接合面より突出した構造が実現されることになる。

【0017】続いて接合前のガラス基板上に薄膜逆止弁の形成をおこなうが、ガラス基板には予めエキシマレーザによって直径600 $\mu$ mの貫通穴が形成されており、その位置はシリコン基板1の各パッキンと一致している。この吐出口として用いられる貫通穴の開いたガラス基板2上に犠牲層7となる金属薄膜を接合する。この犠牲層の成膜方法としては蒸着やスパッタ、CVDなどを挙げることができるが、図8(a2)のような貫通穴を有するガラス基板に対して、貫通穴を覆うような成膜をおこなうことは上記の方法では非常に困難である。そこで本発明では、アルミニウム箔を陽極接合によって基板に接合する方法を提案する。ここでは犠牲層7として厚さ15 $\mu$ mのアルミニウム箔を用い、温度450°Cでアルミニウム箔を陽極、ガラス基板側を陰極とし、印可電圧400Vによって陽極接合を実現した(図8(b2))。

【0018】続いて、このようにして生成されたアルミニウムの犠牲層7を任意の形状にパターニングする必要があるが、ここでは図8(c2)に示すようにレジスト6を図7(a)のように幅1.0mmの十字型に貫通穴が中心に位置するようにパターニングし、露光、現像をおこなった。そして図8(d2)に示すように、りん酸、硝酸、酢酸、純水からなるエッチング液によってアルミニウム犠牲層7のエッチングをおこなう。その後レジスト6を剥離することによって、図8(e2)に示すような貫通穴を完全に塞ぐような任意の形状の犠牲層7を生成することができる。このようにガラス基板2の貫通穴上に任意の形状の犠牲層7を生成した後に、図8(f2)のように全面にシール8となるポリイミドのコーティングをおこなう。粘度15 p sで厚み10 $\mu$ mのポリイミドの塗布をおこなえ

ば、厚み $15\mu\text{m}$ のアルミニウム箔の犠牲層 7 に対してステップカバレッジは十分に得ることができていることが確認されている。

【0019】その後、図 8(g2)のようにポリイミドのバタニングをおこなうが、このポリイミドが犠牲層 7 を完全に覆ってしまうと、犠牲層除去後も貫通穴が完全に塞がれることになってしまうため、図 7(b)に示すようにバタニング後のポリイミドは、ガラス基板表面とアルミニウム犠牲層の両方にまたがるような形状にする必要がある。ここでは貫通穴が中心に位置するようにして、円形状にバタニングをおこなった。このようにアルミニウムの犠牲層 7 とポリイミドのシール 8 の 2 層構造が形成された後に、図 8(h2)のように犠牲層の除去をおこなう。ここでは硫酸過酸化水素水を用いることによってアルミニウム犠牲層 7 の除去をおこなった。シール 8 として用いたポリイミドは硫酸過酸化水素水に対して十分に強いため、短時間ならば問題が生じることなく犠牲層を除去することが可能である。このようにして生成された薄膜逆止弁は、ポンプ内部に圧力が働いた場合は図 7(c)のように密着していないガラス基板平面とシールの間隙から流れを生じることが可能である。これとは逆に吐出口内部が負圧となり外圧が逆止弁に働いた場合、シールが圧力によってたわみ、吐出口を完全に塞ぐ形状になるために逆方向の流れは生じることができない。

【0020】また、ここでは貫通穴のあいたガラス基板に対してアルミニウム箔を犠牲層として陽極接合する手法を提示したが、ガラス基板にアルミニウム箔を陽極接合した後にエキシマレーザによって非接合面から加工をおこなうことによって、アルミニウム箔を破ることなくガラス基板だけに貫通穴を形成するという手法も可能である。

【0021】続いてシリコン基板上に形成されたダイアフラム (図 8(j1)) と薄膜逆止弁を形成したガラス基板 (図 8(h2)) の陽極接合をおこなう。ここでは吸入口および吐出口と貫通穴の位置が一致するようにして、 $450^{\circ}\text{C}$ 、 $500\text{V}$ で陽極接合を実現する (図 8(a3))。この時シリコン基板 1 において接合面よりもパッキン 4 が突出しているために、接合によってバルブ部ダイアフラムが変形し、パッキンがガラス基板に押しつけられることによって吸入側バルブは通常状態で閉の状態を保つことになる。この剛性の値はパッキン 4 のポリイミドの厚み、またはバルブ部ダイアフラムの厚みによって任意に設定することが可能であり、外圧に対するバルブの強さを自由に調整することが可能となる。

【0022】次に圧電素子 3 を裏面から吸入側バルブ部ダイアフラムとポンプ部ダイアフラムに貼り付ける (図 8(b3))。この圧電素子 3 に電圧を印可し素子を伸長収縮させることにより、ユニモルフ構造によって各ダイアフラムの上下動作を実現する。吸入側バルブはすでに述

べたように、通常時で閉の状態となっているが、ダイアフラムを図面で上方向に動かすことによってバルブの開状態が実現される。またポンプ部はポンプ部ダイアフラムを図面で上方向に動かすことによって液体の吸引を、図面で下方向に動かすことによって吐出を実現することができる。吐出された液体は、吐出口に取り付けられた薄膜逆止弁の働きによってポンプ内部に戻ることがないために、結果として送液が実現できることになる。

【0023】このようなマイクロポンプは、シリコンダイアフラムと圧電素子のユニモルフ構造を用いているために、非常に薄く製作することが可能である。同時に吸入側が能動的なバルブ構造であるために背圧に対して強い構造を有し、シリコン基板とガラス基板の単純な 2 層構造で成り立っているため、工程が少なく精度の高い加工が可能である。

【0024】(実施例 3) まず、実施例 1 と同様の工程を用いて一つのポンプ部ダイアフラムと二つのバルブ部ダイアフラムをシリコン基板にエッチングによって構築し、弁座部にはポリイミドによるシールを形成する (図 9(a1)~(j1))。また実施例 2 で示した工程を用いて、貫通穴を有するガラスに対してポリイミドによる薄膜逆止弁を形成する。ただし、この薄膜逆止弁は吐出口として用いられる貫通穴に対して形成されることになる (図 9(a2)~(h2))。

【0025】続いてダイアフラムの構築されたシリコン基板と薄膜逆止弁が形成されたガラスを陽極接合によって接合し (図 9(a3))、アクチュエータとして機能する圧電素子を各ダイアフラムに貼りつける。これによって、図 9(b3)のような二つの能動的バルブを有し、かつ吐出口には吐出液の戻りを防ぐ薄膜逆止弁を有したマイクロポンプが実現できる。

【0026】このようなマイクロポンプは、シリコンダイアフラムと圧電素子のユニモルフ構造を用いているために、非常に薄く製作することが可能である。また同時に、二つの能動的なバルブを有しているため背圧に対して強い構造を有し、シリコン基板とガラス基板の単純な 2 層構造で成り立っているため、工程が少なく同時に精度の高い加工が可能である。また吐出口側に逆流を防ぐ薄膜逆止弁を有しているため、一度ポンプ外に吐出された液体が内部に戻ることはなく、さらに効率の高い吐出が実現できることになる。

【0027】

【発明の効果】本発明のマイクロポンプは、シリコンダイアフラムと圧電素子のユニモルフ構造を用いているために、非常に薄く製作することが可能であり、小型化が容易という効果を有している。同時に能動的なバルブ構造であるために背圧に対して強い構造であり、双方向への送液が可能であるという効果を有する。またシリコン基板とガラス基板の単純な 2 層構造で成り立っているため、工程が少なく精度の高い加工が可能であるという効

果がある。

【0028】また薄膜逆止弁をこのマイクロポンプに応用した場合、シリコンダイアフラムと圧電素子のユニモルフ構造を用いているために非常に薄く製作することが可能であり、小型化が容易であるという効果を有している。また能動的なバルブ構造であるために背圧に対して強い構造であり、シリコン基板とガラス基板の単純な2層構造で成り立っているため、工程が少なく同時に精度の高い加工が可能である。また吐出口に取り付けた逆止弁によってマイクロポンプ自身の吐出効率が向上するという効果も有している。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマイクロポンプの構造を示す断面図である。

【図2】従来のマイクロポンプの構造を示す断面図である。

【図3】従来のマイクロポンプの構造を示す断面図である。

【図4】本発明のマイクロポンプ製造方法を示す断面図である。

【図5】本発明のバルブ構造を示す断面図である。

【図6】本発明の薄膜逆止弁を有したマイクロポンプの断面図である。

【図7】本発明の薄膜逆止弁の構造を示す上面図である。

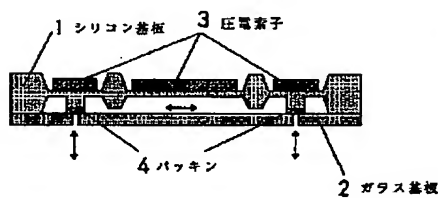
【図8】本発明の薄膜逆止弁を有したマイクロポンプの製造方法を示す断面図である。

【図9】本発明の薄膜逆止弁を有したマイクロポンプの製造方法を示す断面図である。

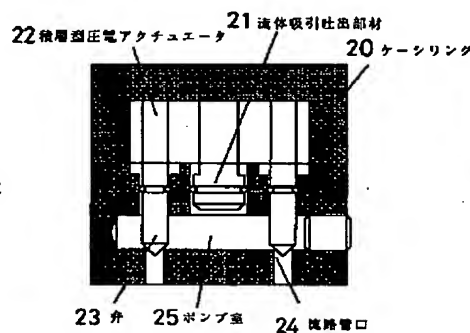
【符号の説明】

- |    |              |
|----|--------------|
| 1  | シリコン基板       |
| 2  | ガラス基板        |
| 3  | 圧電素子         |
| 4  | パッキン         |
| 5  | 酸化膜          |
| 6  | レジスト         |
| 7  | 犠牲層          |
| 8  | シール          |
| 9  | 薄膜逆止弁        |
| 20 | ケーシング        |
| 21 | 液体吸引吐出部材     |
| 22 | 積層型圧電アクチュエータ |
| 23 | 弁            |
| 24 | 流路管口         |
| 25 | ポンプ室         |
| 31 | シリコン基板       |
| 32 | ポリシリコン       |
| 33 | ガラス          |
| 34 | 圧電素子         |

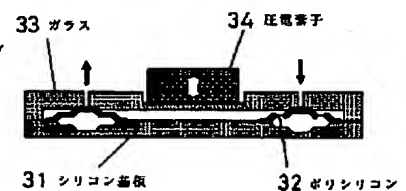
【図1】



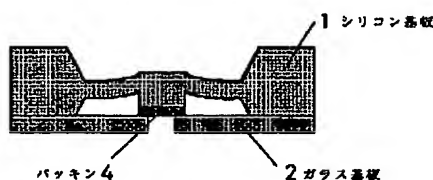
【図2】



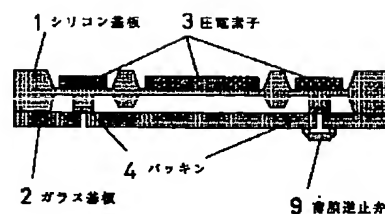
【図3】



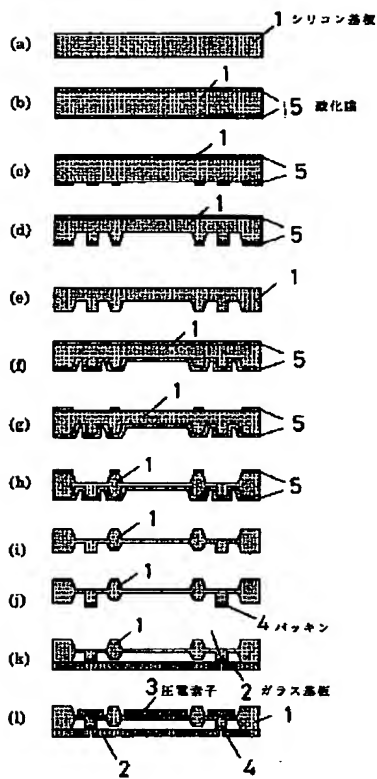
【図5】



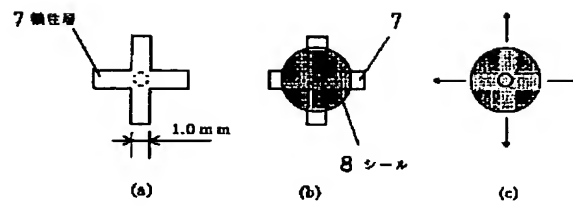
【図6】



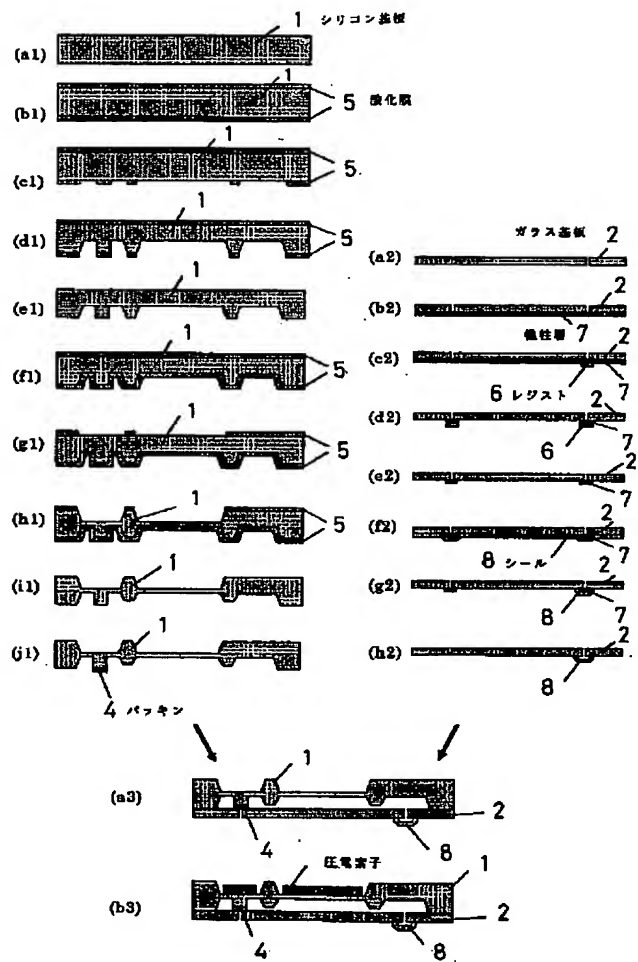
【図4】



【図7】



【図8】





【図9】

